

DOSES, MODOS DE APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E ÍNDICES DE ACIDEZ DO SOLO PARA PRODUÇÃO DE SOJA E MILHO NA REGIÃO DA ZONA DA MATA DE RONDÔNIA

Respostas das plantas às doses e modos de aplicação de calcário em solo cultivado no sistema plantio direto

Magno Batista Amorim¹⁷⁵
Jairo André Schlindwein¹⁷⁶
Elaine Cosme Fiorelli Pereira¹⁷⁷
Adrieli Nagila Kester¹
Alaerto Luiz Marcolan⁴

RESUMO - Os solos de Rondônia são em sua maioria ácidos, com concentração de alumínio e manganês em níveis tóxicos para as plantas, baixa disponibilidade de macro e micronutrientes, destacando-se a baixa saturação por bases e a alta capacidade de adsorção de ânions, especialmente fosfatos, devido ao uso indiscriminado dos recursos naturais, onde a vegetação nativa é substituída por pastagens sem um manejo adequado ou qualquer tipo de adubação ou calagem. O objetivo do trabalho foi de avaliar a resposta de soja e milho a diferentes doses de calcário, correlacionando-as com a saturação por bases (V%) e com o modo de incorporação (sistema mínimo, sistema tradicional e sem preparo), afim de estabelecer os melhores níveis de pH, dose e modo de aplicação do calcário para a região e sua influencia na disponibilidade dos nutrientes. O experimento foi instalado na área experimental do Campus de Agronomia em um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico típico, que foi cultivado com soja e milho (Safrá 10/11). O modo de aplicação de calcário e a dose não resultaram em diferença na produtividade de milho. Para a soja a aplicação superficial de calcário proporcionou maior rendimento em relação ao sistema tradicional. A calagem proporcionou aumento nos níveis de V%, pH e Ca+Mg, demonstrando também eficiência na neutralização do alumínio.

Palavras-chave: calagem, saturação por bases, milho.

ABSTRACT - The soils of the Rondônia are mostly acid, with a concentration of aluminum and manganese at toxic levels to plants, low availability of macro and micronutrients, especially at low saturation and high capacity for adsorption of anions, especially phosphates, due to the indiscriminate use of natural resources, where natural vegetation is replaced by pasture without proper management or any type of fertilizer or lime. The objective was to evaluate the response of soybeans and corn to different doses of limestone, correlating them with the base saturation (V%) and the type of incorporation (minimum till, traditional till and no-till) in order to establish the best levels of pH, dose and mode of application of lime to the region and its influence on the availability of nutrients. The experiment was installed in the experimental area of the Campus of Agronomy in Yellowish Red Oxisol, which were planted with soybeans and corn (Harvest 2010/11). The mode of application of lime and the dose did not result in differences in corn yield. For soybeans, the surface application of lime gave

¹⁷⁵ Acadêmico do curso de agronomia da universidade Federal de Rondônia

¹⁷⁶ Prof. do departamento de Agronomia e engenharia florestal

¹⁷⁷ Prof. do departamento de Agronomia e engenharia florestal

⁴ Pesquisador da Embrapa Rondônia

higher yield compared to the traditional system. Liming resulted in an increase in the levels of V%, pH and Ca + Mg, also demonstrating efficient neutralization of aluminum.

Keywords: liming, bases saturation, maize.

INTRODUÇÃO

A acidez é o principal fator de limitação da produção das culturas, uma vez que sua correção é indispensável para a disponibilidade dos nutrientes, diminuindo consideravelmente o potencial de rendimento das culturas. Entre as causas capazes de ocasionar a acidez do solo, destacam-se a água da chuva (dissociação do ácido carbônico – H_2CO_3), a decomposição de materiais orgânicos (dissociação de prótons de grupamentos carboxílicos e fenólicos da matéria orgânica e de restos culturais), a adição de fertilizantes nitrogenados (uréia e sulfato de amônio) e a lixiviação de cátions como cálcio, magnésio e potássio (QUAGGIO, 2000; WIETHÖLTER, 2000). Sistemas naturais e de cultivo do solo, manejados no sistema convencional ou no sistema plantio direto, também geram processos de acidificação, em função de perdas e da absorção de cátions básicos pelas plantas, pela mineralização de materiais orgânicos e pela nitrificação (KAMINSKI, 1974; WIETHÖLTER, 2000).

De maneira geral, os solos naturais de Rondônia caracterizam-se por apresentar pH baixo, concentração de alumínio e manganês em níveis tóxicos para as plantas, baixa disponibilidade de muitos macro e micronutrientes, destacando-se a baixa saturação por bases e alta capacidade de adsorção de ânions, especialmente fosfatos. A calagem é uma prática agrícola necessária que eleva a produtividade das culturas e provoca reações químicas no solo, que implicam no aumento da disponibilidade de certos nutrientes (Ca, Mg, P, N, K, S e Mo,) e na diminuição de outros (Fe, Zn, Cu, Mn, B), podendo favorecer também diversas atividades biológicas (LOPES, 1998). O alumínio (Al^{3+}) presente na solução do solo provoca inibição da expansão da raiz e, posteriormente, redução do crescimento e engrossamento do sistema radicular das plantas (TAYLOR, 1988), resultando em menor absorção de nutrientes e água devido ao menor volume de solo explorado. A disponibilidade de nutrientes é relacionada ao pH do solo. Em solos ácidos com pH baixo (<5,5), há menor disponibilidade de cálcio, magnésio e fósforo. Tais restrições prejudicam o desenvolvimento normal das plantas, afetando sua capacidade produtiva. A utilização de sistemas de preparo com o mínimo ou nenhum revolvimento do solo promove melhoria da estrutura, porosidade, retenção e infiltração de água, atividade biológica, conteúdo e teor de C orgânico e N total no solo, capacidade de troca de cátions e teores de nutrientes (BAYER & MIELNICZUK, 1997).

Para atingir os níveis de correção desejados são conduzidos estudos envolvendo os solos representativos de cada região, relacionando os valores dos índices de acidez do solo, às dosagens crescentes de calcário. Assim, são estabelecidas tabelas e equações que relacionam a acidez potencial (pelos valores do índice SMP, V%, Al%) com a dosagem de calcário necessária para atingir o nível de correção desejado. Dessa forma, conforme a condição de acidez do solo em questão recomenda-se a dosagem de calcário a ser utilizada para estabelecer uma condição de solo desejada. A calagem é prática obrigatória para atingir alta produção das culturas, sem a necessidade de abertura de novas áreas, preservando o meio ambiente (LOPES, 1994).

Outro fator importante na prática de calagem é o modo de incorporação, que pode influenciar na profundidade de reação e atuar de diferentes formas sobre as culturas. A incorporação do calcário pode neutralizar a acidez do solo em profundidade possibilitando maior desenvolvimento radicular (GONZALES-ÉRICO et al., 1979) e aumento da produtividade das culturas.

Além de definir os índices de acidez, pretende-se verificar a influência da calagem nos atributos de fertilidade do solo (P, K, Ca, Mg, Al e MO) e nas respostas das plantas a esses atributos, afim de definir a dose de calagem e o modo de incorporação mais adequado para a região.

METODOLOGIA

O trabalho foi conduzido na estação experimental do campus de Agronomia da Universidade Federal de Rondônia – UNIR em Rolim de Moura – RO. A altitude é de 277m e a precipitação média anual é de 2.250mm, ocorrendo nos meses de outubro a maio e seca principalmente nos meses de junho a setembro.

O experimento foi instalado em janeiro de 2009, em parcelas de 9/9m em esquema fatorial com três repetições, totalizando 27 parcelas. O fator dose é constituído por um tratamento com a situação original do solo (saturação por bases em torno de 30%) e dois tratamentos com doses de calcário para elevar a saturação por bases a 50 e 70%. No fator modos de aplicação os tratamentos são: incorporação no sistema tradicional (uma aração, com arado de discos, e duas gradagens), incorporação no sistema mínimo (subsolagem e gradagem) e manutenção na superfície do solo. O calcário utilizado tinha PRNT de 60%. Na safra 2010/2011 as parcelas de 9x9 metros foram divididas em duas de 4,5x9 metros cultivadas com soja e milho. Após a colheita foram coletadas amostras de solo em cinco

profundidades (0-5, 5-10, 10-20, 0-10, 0-20 cm), sendo avaliado pH em água, Ca+Mg e V%, conforme metodologias descritas em Silva (1999). Para todos os resultados foram aplicados o teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O milho apresentou produção adequada, o que representa um avanço para a região da Zona da Mata, que cultiva a cultura apenas para utilização na propriedade. Porém, não apresentou diferença entre os tratamentos (dados não apresentados), o que pode ser atribuído ao genótipo utilizado (variedade) ou devido aos tratamentos não atingiram os objetivos de elevar o pH do solo e a saturação por bases do solo e diminuir a saturação por alumínio até valores pré-estabelecidos. A interação desses valores pode ter prejudicado a expressão do rendimento e assim, as diferenças esperadas.

A soja também apresentou resposta adequada, com média de 3500 kg ha⁻¹ (Tab. 1), apresentando maior produtividade com a aplicação superficial do calcário (SS), em relação ao sistema tradicional (aração e gradagem), mas não diferindo do sistema com revolvimento mínimo (SM). De maneira geral, constatou-se tendência de maior produtividade quando aplicado a dose para elevar a saturação por bases a 50%.

Os teores de Ca+Mg aumentaram proporcionalmente a dose aplicada, onde os maiores valores foram encontrados a partir da superfície, até a profundidade de 10 cm e na dose 70% (Tab. 2 e 4).

O comportamento demonstrado pelo Ca+Mg refletiu no pH do solo, onde obteve um aumento significativo de acordo com as doses, sendo corrigido com maior eficiência na dose de 70%, não demonstrando diferença significativa no modo de incorporação e na profundidade da camada arável do solo (Tab. 03 e 04). Bayer & Mielniczuk, 1997 destaca que a utilização de sistemas de preparo com o mínimo ou nenhum revolvimento do solo promove melhoria da estrutura, porosidade, retenção e infiltração de água, atividade biológica, conteúdo e teor de C orgânico e N total no solo, capacidade de troca de cátions e teores de nutrientes. Porém não se constatou diferença entre os modos de incorporação do calcário para os atributos de pH, Al trocável, CTC e V%, demonstrando uma maior uniformidade de distribuição do calcário no perfil independente do modo de incorporação.

A disponibilidade dos macronutrientes P e K são maiores nas camadas superficiais (Tab. 04), concordando com os resultados de, CTC e Ca+Mg, porém esta maior

disponibilidade na superfície não deve ter influencia negativa na absorção dos mesmos pois as culturas absorvem os nutrientes independente da localização na camada arável. Estes resultados também podem ser explicados devido ao modo de adubação, que sempre foi à lanço em superfície.

Os teores de Al também variaram no perfil de amostragem, porém os menores valores foram demonstrados na amostra da camada de 10-20cm, o que reflete uma neutralização deste elemento tóxico em toda camada arável do solo (Tab. 04). Porém no SPD é possível a presença de Al trocável com valor de pH baixo, sem causar toxidez às plantas (SALET, 1998).

A saturação por bases (V%) é um dos principais métodos utilizados nos programas de recomendação de calagem no Brasil. O solo testemunha utilizado tem o valor de V% igual a 30 %, onde com a adição de 2 e 4t.ha⁻¹ de calcário esperava-se uma elevação da saturação por bases para 50% e 70% respectivamente, porém, obteve-se 52 e 59% (Tab. 2). Resultados que podem ser atribuídos ao pouco tempo de reação e ao baixo PRNT do calcário (60%), que possui uma maior granulometria, necessitando de um maior tempo para reação. Quanto maior o tempo de cultivo no SPD, maior a complexidade das estruturas formadas no sistema solo, o qual se auto-organiza em nível de ordem mais alto e gera propriedades emergentes que podem beneficiar o seu funcionamento e o desenvolvimento das plantas (VEZZANI, 2001).

O funcionamento do sistema solo depende das condições iniciais, da magnitude e da continuidade dos fluxos de matéria e de energia e da interação entre seus subsistemas químico, físico e biológico e destes com os sistemas vegetal, atmosférico e antrópico (NICOLODI et al., 2004). Assim o solo estudado ainda apresenta respostas pouco significativas na produção das culturas, condição esta desconhecida, podendo ser atribuído também a não consolidação do SPD.

Apesar de um significativo aumento da saturação por bases, as culturas ainda não responderam, como esperado às doses de calcário, mesmo o solo demonstrando melhora na disponibilidade de nutrientes (Ca, Mg, P, K) acrescentados na adubação e calagem, demonstrando um eficiente, aumentando os níveis de pH e diminuindo o Al no solo (Tab. 2), porém, ainda encontram-se diferentes dos níveis recomendados para o sistema plantio direto, que segundo Nicolodi et al. (2008), deve seguir os seguintes parâmetros para a soja: no máximo 5 % para a saturação por Al, no mínimo de 5,5 para o pH em água do solo e de no mínimo 65 % de saturação por bases.

O pH aumentou de 4,9 para 5,4 e 5,7 para o V% 50 e 70, respectivamente, porém este significativo aumento não se refletiu na produtividade das culturas. Apesar da eficiência da calagem no controle da acidez, trata-se de um processo gradativo onde a dose ideal ainda não está definida, tendo em vista que o calcário adicionado ao solo ainda não deve ter reagido totalmente.

CONCLUSÃO

O modo de aplicação de calcário e a dose não resultaram em diferença na produtividade de milho.

Para a soja a aplicação superficial de calcário proporcionou maior rendimento em relação ao sistema tradicional (aração e gradagem).

A calagem proporcionou aumento nos níveis de V%, pH e Ca+Mg, demonstrando também eficiência na neutralização do alumínio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAYER, C. & MIELNICZUK, J. **Conteúdo de nitrogênio total em um solo submetido a diferentes métodos de preparo e sistemas de cultura.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.21, p.235-239, 1997.

GONZALES-ÉRICO, E.; KAMPRATH, E.J.; NARDERMAN JR., G.C.; SOARES, W.V. **Effect of depth of lime incorporation on the growth of corn on an Oxisol of Central Brazil.** Soil Science Society America Journal, Madison, v.43, p.1155-1158, 1979.

KAMINSKI, J. **Fatores de acidez e necessidade de calcário em solos do Rio Grande do Sul.** 1974. 96 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1974.

LOPES, A.S. **Manual internacional de fertilidade do solo.** 2 ed. Piracicaba, Potafós, 1998. 177p.

LOPES, A.S. **Uso de tecnologia moderna na preservação do meio ambiente. In: Simpósio Nacional do Setor de Fertilizantes,** 1, São Paulo, 1997, Anais... São Paulo: ANDA, IBRAFOS, 1994. p.247-280.

NICOLODI, M.; ANGHINONI, I. ; GIANELLO, C. 2008. **Indicadores de acidez do solo para recomendação de calagem no sistema plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 32, p. 237-247.

NOLLA, A.; ANGHINONI, I. 2006. **Critérios de calagem para a soja no sistema plantio direto consolidado.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 30, p. 475-483

QUAGGIO, J.A. **Acidez e calagem em solos tropicais**. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas, 2000. 111p.

SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Embrapa Solos, Brasília, 1999. 370P.

TAYLOR, G.J. The physiology of aluminum phytotoxicity. In: SIEGAL, H.; SIEGAL, A. (Eds.) **Metals Ions in Biological Systems**. New York: Marcel Dekker, 1988. p.123-163.

WIETHÖLTER, S. **Calagem no Brasil**. Passo Fundo: EMBRAPA Trigo, 2000. 104p.

AGRADECIMENTOS:

Ao CNPQ; pelo incentivo e apoio financeiro.

Ao PIBIC; pela iniciativa.

À UNIR; pela oportunidade.

Colaboradores: Poliana Perrut de Lima e Edilaine Dávila da Silva Trindade (Acadêmicas do curso de agronomia da Universidade Federal de Rondônia).

Tabela 01. Rendimento de grãos de soja (kg.ha⁻¹), submetido a diferentes doses e modos de incorporação de calcário.

V%	Sistemas de incorporação			Médias
	SM	SS	ST	
	----- kg.ha ⁻¹ -----			
30	3350	3406	2771	3176
50	3758	3910	3401	3690
70	3884	3784	3237	3635
Médias	3664 AB	3700 A	3136 B	3500

V%: saturação por bases; ST: sistema tradicional; SM:sistema mínimo; SS:sistema superfície. Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente, P > 0,05

Tabela 02. Atributos de fertilidade do solo nos tratamentos com doses de calcário para a saturação por bases do nível original da testemunha e 30, 50 e 70%.

Atributo	Doses de calcário para saturação por bases		
	Testemunha	50%	70%
pH** (H ₂ O, 1:1)	4,98 c	5,44 b	5,71 a
Al** (cmol _c . kg ⁻¹)	0,45 a	0,14 b	0,17 b
CTC** (cmol _c . kg ⁻¹)	6,27 c	6,87 b	7,69 a
V** (%)	41,89 c	52,36 b	59,15 a
Ca + Mg** (mg. Kg ⁻¹)	2,41 c	3,49 b	4,36 a
H+Al** (cmol _c kg ⁻¹)	3,62 a	3,25 b	3,09 b

** Significativo, letras diferentes diferem estatisticamente, $P < 0,01$. CV geral de 6,52; 58,65; 11,23; 12,01; 23,10 e 11,14 % para pH, Al, CTC, V%, Ca+Mg e H+Al respectivamente.

Tabela 03. Atributos de fertilidade do solo nos tratamentos com calcário mantido em superfície ou incorporado no solo em diferentes manejos.

Atributo	Calcário mantido em superfície ou incorporado no solo em diferentes manejos		
	Mínimo	Tradicional	Superfície
pH ^{NS} (H ₂ O, 1:1)	5,42	5,37	5,34
Al ^{NS} (cmol _c .kg ⁻¹)	0,22	0,27	0,27
CTC ^{NS} (cmol _c .kg ⁻¹)	6,90	6,91	7,01
V ^{NS} (%)	52,14	49,33	51,93
H+Al ^{**} (cmol _c .kg ⁻¹)	3,24 b	3,45 a	3,27 ab

^{NS} Não significativo, $P > 0,05$; ** Significativo, letras diferentes diferem estatisticamente, $P < 0,01$. CV geral de 6,52; 58,65; 11,23; 12,01 e 11,14 % para pH, Al, CTC, V e H+Al, respectivamente.

Tabela 04. Atributos de fertilidade do solo amostrado em diferentes profundidades no perfil do solo.

Atributo	Profundidade de amostragem (cm)				
	0-5	5-10	10-20	0-10	0-20
V ^{**} (%)	52,11ab	49,69 b	50,96 ab	48,46 b	54,44 a
P ^{**} (cmol _c .kg ⁻¹)	103,10 a	47,44 bc	15,29 c	79,12 ab	47,87 bc
K ^{**} (mg. kg ⁻¹)	105,29 a	101,22 a	58,11 b	112,14 a	104,07 a
H+Al ^{**} (cmol _c .kg ⁻¹)	3,46 b	3,17 c	3,02 c	3,93 a	3,02 c
CTC ^{**} (cmol _c .kg ⁻¹)	7,42 a	6,42 b	6,33 b	7,83 a	6,72 b
Ca + Mg ^{**} (mg. Kg ⁻¹)	3,68 a	2,99 b	3,15 ab	3,61 a	3,43 ab
pH ^{NS} (H ₂ O, 1:1)	5,28	5,41	5,41	5,36	5,42
Al ^{NS} (cmol _c . kg ⁻¹)	0,26	0,25	0,20	0,30	0,24

^{**} significativo para $P < 0,01$. CV geral de 12,01; 80,81; 38,89; 11,14; 11,23; 23,10; 6,52 e 58,65% para V%, P, K, H+Al, CTC, Ca+Mg, pH e Al, respectivamente.

CONTATOS

Orientando: Magno Batista Amorim

E-mail: magnataeg@hotmail.com

Orientador: Jairo André schlindwein

E-mail: jairojas.unir@hotmail.com